

METHOD AND DEVICE FOR BODY RECOGNITION, AND RECORDING MEDIUM

Patent Number:	JP2002040139
Publication date:	2002-02-06
Inventor(s):	MATSUOKA KEIJI; SAGAWA YOSHIE; OKATA KOJI; NOZAWA TOYOUJI; SHIRAI TAKAMASA
Applicant(s):	DENSO CORP
Requested Patent:	<input type="checkbox"/> JP2002040139
Application Number:	JP20000229234 20000728
Priority Number(s):	
IPC Classification:	G01S17/93; B60R21/00; G01S13/93; G08G1/16
EC Classification:	
Equivalents:	JP3405327B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a body which is not a vehicle from being misrecognized as a vehicle in front.

SOLUTION: The corresponding area of distance measurement data is decided by using a non-vehicle decision map, and when the distance measurement data are within a non-vehicle range, the data are deleted. This map is a three-dimensional map, where the range of light reception intensity for discriminating between a vehicle and a non-vehicle body is set corresponding to the presence area of a reflecting body, when the vehicle width, vehicle height, and vehicle front direction are defined as X, Y, and Z axes respectively and are separated into three areas, i.e., an area nearby the center, an area at its periphery, and the lowest end area in the XY directions, and the correspondence relation between the Z-directional positions and photodetection intensity is set, as shown in (a) to (c) corresponding to the respective areas. The correspondence relation (b) corresponds to the area nearby the center in the XY directions, the correspondence relation (a) corresponds to the area at its periphery, and the correspondence relation (c) corresponds to the lowest end area.

Data supplied from the esp@ccenet database - 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-40139

(P2002-40139A)

(43) 公開日 平成14年2月6日 (2002.2.6)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 S 17/93

B 6 0 R 21/00

識別記号

6 2 4

6 2 6

F I

B 6 0 R 21/00

テーマコード(参考)

6 2 4 D 5 H 1 8 0

6 2 4 B 5 J 0 7 0

6 2 6 A 5 J 0 8 4

6 2 6 F

6 2 8 F

審査請求 有 請求項の数17 O.L (全 20 頁) 最終頁に統く

(21) 出願番号

特願2000-229234(P2000-229234)

(22) 出願日

平成12年7月28日 (2000.7.28)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 松岡 圭司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 寒川 佳江

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100082500

弁理士 足立 勉

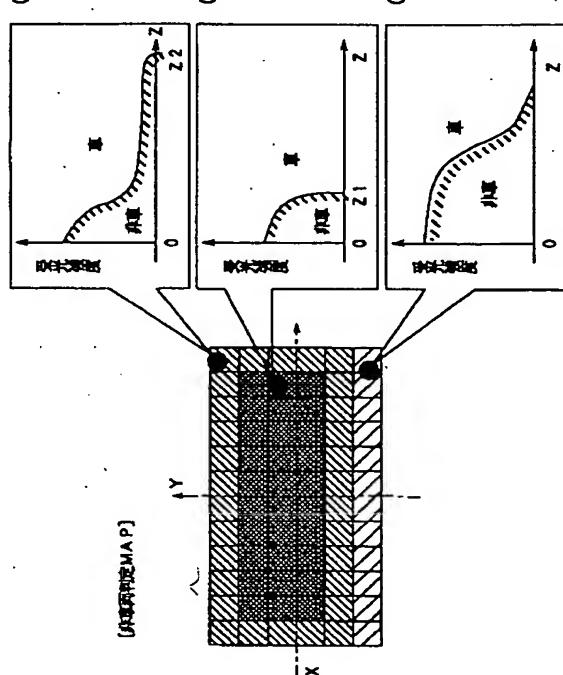
最終頁に統く

(54) 【発明の名称】 物体認識方法及び装置、記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 非車両を誤って前方車両であると認識してしま
わないようとする。【解決手段】 非車両判定マップを用いて測距データの対
応領域を判定し、測距データが非車両の範囲であればデータ削除を行う。このマップは車幅・車高及び車両前方
方向をそれぞれX軸、Y軸及びZ軸とした場合の反射物
体の存在領域に対応して、車両と非車両を区別するため
の受光強度の範囲が設定された3次元マップであり、X
Y方向については、中心付近の領域、その周囲の領域、
最下端領域の3つにわけられ、それら各領域に対応して
Z方向位置と受光強度との対応関係が(a)～(c)の
よう設定されている。X Y方向についての中心付近の
領域は(b)の対応関係が対応し、その周囲の領域は
(a)の対応関係が対応し、最下端領域は(c)の対応
関係が対応している。

(a) (b) (c)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて車両前方の物体を認識する物体認識方法であって、前記送信波を照射する前記 2 方向の所定角度範囲内において、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域に前記送信波を照射する場合には、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域に照射する場合に比較して、前記送信波の出力が相対的に小さくなるように、且つその可能性の低さに応じて調整することを特徴とする物体認識方法。

【請求項 2】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて車両前方の物体を認識する物体認識方法であって、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域から前記反射波が返ってきた場合には、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域から返ってきた場合に比較して、前記反射波の受信感度が相対的に小さくなるように、且つその可能性の低さに応じて調整することを特徴とする物体認識方法。

【請求項 3】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて車両前方の物体を認識する物体認識方法であって、認識対象とすべき物体が存在する可能性の高低を前記反射波が返ってきた領域に対して設定しておくと共に、各領域において認識対象とすべき物体からの反射波であれば取り得る受信信号強度を設定しておき、前記反射波が返ってきた領域及び前記反射波の受信信号強度に基づいて、前記認識対象物体であるか否かを判定することを特徴とする物体認識方法。

【請求項 4】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて車両前方の物体を認識すると共に、認識した物体が認識対象としている所定の物体である確率も判定する物体認識方法であって、認識対象とすべき物体が存在する可能性の高低を前記反射波が返ってきた領域に対して設定しておくと共に、各領域において認識対象とすべき物体からの反射波であれば取り得る受信信号強度を設定しておき、前記反射波が返ってきた領域及び前記反射波の受信信号強度に基づいて、前記認識対象物体である確率を判定することを特徴とする物体認識方法。

【請求項 5】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて車両前方の物体を認識する物体認識方法であって、前記反射物体が一時的に検出できなくなったり場合の対処として、検出できなくなったり時点から所定時間は、検出できていた際の状態を保持して存在していると仮定した補完物体を作成するが、前記反射波に基づいて得られる反射物体の存在領域が認識対象としている所定の車両で

は存在する可能性があり得にくい領域の場合、前記補完物体を作成しないことを特徴とする物体認識方法。

【請求項 6】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて反射物体までの距離と前記車幅方向及び高さ方向の 2 方向の角度とを検出するレーダ手段と、該レーダ手段による検出結果である距離及び前記 2 方向の角度に基づき、自車前方の物体を認識する認識手段とを備えた物体認識装置であって、前記レーダ手段は、

前記送信波を照射する前記 2 方向の所定角度範囲内において、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域では、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域に比較して前記送信波の出力が相対的に小さくなるように、その可能性の低さに応じて調整することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 7】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて反射物体までの距離と前記車幅方向及び高さ方向の 2 方向の角度とを検出するレーダ手段と、

該レーダ手段による検出結果である距離及び前記 2 方向の角度に基づき、自車前方の物体を認識する認識手段とを備えた物体認識装置であって、

前記レーダ手段は、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域から前記反射波が返ってきた場合には、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域から返ってきた場合に比較して、前記反射波の受信感度が相対的に小さくなるように、且つその可能性の低さに応じて調整することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 8】請求項 7 記載の物体認識装置において、前記受信感度の調整は、前記反射波による受信信号の増幅度合いを調整して実現することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 9】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて反射物体までの距離と前記車幅方向及び高さ方向の 2 方向の角度とを検出するレーダ手段と、

該レーダ手段による検出結果である距離及び前記 2 方向の角度に基づき、自車前方の物体を認識する認識手段とを備えた物体認識装置であって、

前記認識手段は、認識対象とすべき物体が存在する可能性の高低を前記反射波が返ってきた領域に対して設定しておくと共に、各領域において認識対象とすべき物体からの反射波であれば取り得る受信信号強度を設定しておき、前記レーダ手段による検出結果としての前記反射波が返ってきた領域及び前記反射波の受信信号強度に基づいて、前記認識対象物体であるか否かを判定することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 10】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて反射物体までの距離と前記車幅方向及び高さ方向の2方向の角度とを検出するレーダ手段と、

該レーダ手段による検出結果である距離及び前記2方向の角度に基づき、自車前方の物体を認識すると共に、車両である確率も判定する認識手段とを備えた物体認識装置であって、前記認識手段は、

認識対象とすべき物体が存在する可能性の高低を前記反射波が返ってきた領域に対して設定しておくと共に、各領域において認識対象とすべき物体からの反射波であれば取り得る受信信号強度を設定しておき、

前記レーダ手段による検出結果としての前記反射波が返ってきた領域及び前記反射波の受信信号強度に基づいて、前記認識対象物体である確率を判定することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 11】車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて反射物体までの距離と前記車幅方向及び高さ方向の2方向の角度とを検出するレーダ手段と、

該レーダ手段による検出結果である距離及び前記2方向の角度に基づき、自車前方の物体を認識する認識手段とを備えた物体認識装置であって、

前記認識手段は、

前記レーダ手段にて検出した反射物体が一時的に検出できなくなった場合の対処として、検出できなくなった時点から所定時間は、検出できていた際の状態を保持して存在していると仮定した補完物体を作成するが、前記反射波に基づいて得られる反射物体の存在領域が認識対象とすべき物体では存在する可能性が低い領域の場合、前記補完物体を作成しないことを特徴とする物体認識装置。

【請求項 12】請求項 7～11 のいずれか記載の物体認識装置において、

前記領域は、前記検出結果である距離及び前記2方向の角度から定まる3次元の領域であることを特徴とする物体認識装置。

【請求項 13】請求項 6～12 のいずれか記載の物体認識装置において、

さらに、自車前方の道路形状を認識する道路形状認識手段を備え、

前記認識対象とすべき物体が存在する可能性の高低を区別する領域が、それぞれ前記道路形状認識手段にて認識された車両前方の道路形状に応じて設定されていることを特徴とする物体認識装置。

【請求項 14】請求項 13 記載の物体認識装置において、

前記道路形状認識手段は、

自車両の旋回状態に基づいて前記道路形状を認識することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 15】請求項 13 記載の物体認識装置において、

前記道路形状認識手段は、

道路形状を認識するのに有効な物体に対する前記レーダ手段による検出結果に基づいて前記道路形状を認識することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 16】請求項 13 記載の物体認識装置において、

前記道路形状認識手段は、

道路形状を判定可能な情報を含む地図情報を記憶していると共に、現在地を検出可能であり、その検出した現在地に対応する地図情報に基づいて前記道路形状を認識することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 17】請求項 6～16 のいずれか記載の物体認識装置の認識手段としてコンピュータシステムを機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて自車両の前方の物体を認識する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば光波、ミリ波などの送信波を照射し、その反射波を検出することによって、前方の物体を認識する物体認識装置が考えられている。この種の装置としては、例えば、前方車両を検出して警報を発生する装置や、先行車両と所定の車間距離を保持するように車速を制御する装置などに適用され、それらの制御対象としての前方車両の認識に利用されている。このような認識に際しては、前方車両を車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて前方車両を3次元的に認識する手法が考えられている。この手法であれば、通常の車両であれば存在し得ないような高さにおいて反射物体が存在している場合に、それを車両ではないと認識することが考えられる。これによって、例えば白線や水しぶき（スプラッシュ）、砂塵あるいは排気煙など路面上あるいは路面からあまり高くない位置で検知される物体を前方車両と誤って認識しないようにすることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この手法の場合に得られる高さとは、路面を基準とした高さではなく認識装置の取り付け位置を基準としている。そのため、認識装置を取り付けた車両にピッティングが生じた場合には、上述の「通常の車両であれば存在し得ないような高さ」に前方の車両が位置してしまうことも考えられ、車両として認識されなくなってしまう。このような不都合を避けるために、例えば停止物体であることを条

件として車両でないと判定することも考えられる。しかし、上述した白線や自車の至近距離に浮遊する水しぶき（スプラッシュ）、砂塵あるいは排気煙、さらには連続して設置されている路面上のデリニエータ（通称「キャップスアイ」）などは、自車との相対的な位置が変わらないため、しばしば移動物体として検知されてしまうことがある。そのため、車両であると誤認識し、誤った車間制御や車間警報などを行ってしまうことになる。

【0004】そこで本発明は、このような非車両を誤って前方に存在する車両であると認識してしまわないようすることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項6に示す発明は、請求項1に示した物体認識方法を実現するための装置としての一例であり、この請求項6記載の物体認識装置によれば、レーダ手段にて車幅方向及び高さ方向それぞれの所定角度範囲内に渡り送信波を照射し、その反射波に基づいて検出した反射物体までの距離と車幅方向及び高さ方向の2方向の角度に基づき、認識手段が自車前方の物体を認識する。ここで、レーダ手段は、送信波を照射する2方向の所定角度範囲内において、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域では、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域に比較して送信波の出力が相対的に小さくなるように、その可能性の低さに応じて調整して送信波を照射する。なお、認識対象物体としては例えば車両が挙げられ、認識対象物体として車両を想定した説明が理解が容易であるので、適宜、認識対象物体の例としての車両を用いて以下の説明を行うこととする。

【0006】このような送信波の出力調整をすることの意図は、上述した路面上の白線やスプラッシュなどの非車両と車両とを区別して認識し易くするためであるが、非車両と車両とでは反射強度に違いがあり、さらにその存在位置に違いがあるという知見に基づいた工夫である。すなわち、通常の車両では存在する可能性があり得にくい領域において出力を小さくすれば、それだけ反射強度も小さくなる。これによって、送信波の出力が同じであっても元々車両よりも反射強度が小さくなる非車両については、出力が小さくなることでさらに反射強度が小さく得られることとなる。したがって、反射強度に基づいて車両と非車両とを区別して認識し易くなり、路面上の白線やスプラッシュなどを誤って前方に存在する車両であると認識してしまう可能性が低くなる。

【0007】なお、「（認識対象物体としての）車両では存在する可能性が低い領域」において車両が存在する可能性は0ではない。上述したように自車両のピッティングによってその「存在する可能性が低い領域」において前方車両からの反射波を得ることもあり得るため、その領域における車両は認識したい。したがって、送信波出力を相対的に小さくする場合には、車両であれば認識

できるような出力低下度合いにしておくことが好ましい。つまり、出力を例えば通常の場合の80%や50%程度にとどめておき、0%にはしないということである。

【0008】また、「送信波の出力が相対的に小さくなるように、その可能性の低さに応じて調整」する場合、複数段階に小さくしてもよい。例えば図5に示すように、路面付近の領域においては出力を通常の場合の50%にし、上端付近や左右端付近の領域においては出力を通常の場合の80%にする、といったことである。なお、ここで用いた数値は一例であり、何ら限定されるものではないが、路面付近の領域の方を上端あるいは左右端付近の領域よりも小さな出力としたのは、次の理由からである。つまり、上端付近では例えばトンネルの天井や看板などを検知する可能性があり、左右端においてはガードレールや植え込みなどを検知する可能性がある。一方、路面付近においては、自車両から比較的の近距離において発生するスプラッシュや砂塵、あるいは白線などを検知する可能性がある。したがって、これらを考慮すると、路面付近への送信波の出力をより小さくし、得られる反射強度をより小さくした方がよいと考えられるからである。

【0009】請求項6の場合には、送信波の出力を調整することで対処したが、請求項2に示す物体認識方法を実現するための装置としての一例である請求項7の場合のように、レーダ手段の受信感度を調整することで対処してもよい。つまり、認識対象とすべき物体が存在する可能性が低い領域から反射波が返ってきた場合には、認識対象とすべき物体が存在する可能性が高い領域から返ってきた場合に比較して、反射波の受信感度が相対的に小さくなるように、且つその可能性の低さに応じて調整するのである。この受信感度の調整は、例えば請求項8に示すように、反射波による受信信号の増幅度合いを調整して実現することが考えられる。

【0010】基本的な考え方は請求項6の場合と同じであり、認識手段へ検出結果として出力される時点では、（認識対象物体としての）車両と非車両とが区別して認識し易い信号強度にされていることとなる。但し、本請求項7の場合には、車両が存在する可能性の高低を決める際の領域として、請求項6と同じように、送信波を照射する2方向の所定角度範囲内を基準とした反射物体の「2次元位置」に基づいて特定してもよいし、さらには反射物体までの距離を加えた「3次元位置」に基づいて特定してもよい（請求項12参照）。これは、請求項6の場合には送信波の出力調整であったため、その調整対象となる領域は、送信波の照射角度でしか特定できず、車幅方向及び高さ方向それぞれの角度による2次元的な特定しかできない。それに対して、受信感度を調整する場合は、反射波に基づいて反射物体までの距離と車幅方向及び高さ方向の2方向の角度を検出できるため、3次

元的に位置を特定できるためである。もちろん、2次元的な位置を基準として受信感度を調整してもよいが、3次元的な位置による「車両では存在する可能性が低い領域」に応じて受信感度を調整することで、より適切な認識を実現できる。つまり、受信部における反射波の受信信号は一般的に微弱であるため、增幅が一般的に行われる。そして、検出した物体位置が近い場合には相対的に弱い增幅を行うことも一般的に行われている。従って、3次元的な位置に基づいた受信感度調整を行うことが好ましいのである。

【0011】ところで、非車両と車両とでは反射強度に違いがあるという知見を説明したが、この知見に基づけば、請求項3に示す物体認識方法を実現するための装置としての一例である請求項9に示すように、レーダ手段において出力調整や受信感度調整を行わずに、認識手段において、レーダ手段による検出結果としての反射波が返ってきた領域及び反射波による受信信号強度に基づいて認識対象物体（例えば車両）であるか否かを判定してもよい。例えば、反射波が返ってきた領域が車両の存在する可能性が大きな領域であれば、信号強度が相対的に小さくても車両と判定することができる。逆に、反射波が返ってきた領域が車両の存在する可能性が小さな領域であれば、信号強度が相対的に大きくない限り車両と判定しない、といった適切な判定が可能となる。

【0012】また、認識対象物体でないとの判定自体は行わず、請求項4に示す物体認識方法を実現するための装置としての一例である請求項10に示すように認識対象物体である確率を低くしてもよい。この場合は、認識手段が認識対象物体である確率も判定することを前提としており、レーダ手段による検出結果としての反射波が返ってきた領域及び反射波による受信信号強度に基づいて認識対象物体（例えば車両）である確率を判定するのである。この場合には、例えば本物体認識装置を用いて車間制御の対象となる先行車を選択するシステムを構築する場合において、その（認識対象物体としての）車両である確率に基づいて先行車選択を行うことが考えられる。つまり、車両である確率が小さければ先行車として選択される可能性が低くなり、結果として誤った車間制御が実行されることを防止できる。

【0013】また、レーダ手段にて検出した反射物体が一時的に検出できなくなった場合の対処として、検出できなくなった時点から所定時間は、検出できていた際の状態を保持して存在していると仮定した補完物体を作成することを前提とする場合には、請求項5に示す物体認識方法を実現するための装置としての一例である請求項11に示すように、その補完物体の存在領域が認識対象物体では存在する可能性が低い領域の場合、補完物体を作成しないようにすることも考えられる。補完物体を作成することで一時的に前方物体を見失った場合のフォローができるが、認識対象物体でない物体についても補完

物体を作成してしまうことは誤認識を助長することになるため、そのような可能性が大きい場合には作成しないようになお、請求項7の説明に際して、車両が存在する可能性の高低を決める際の領域として、物体の「2次元位置」に基づいて特定してもよいし、「3次元位置」に基づいて特定してもよいことを述べた。これは、請求項8～11の場合でも同様である（請求項12参照）。

【0014】ところで、これまで認識対象物体では存在する可能性が低い領域を考慮して出力調整や受信感度調整、あるいは補完物体の作成有無などを判定したが、この領域を固定にするのではなく、請求項13に示すように、自車前方の道路形状に応じて設定してもよい。例えば前方の道路がカーブしている場合には、通常の状態でもカーブの内側に認識対象物体としての車両が存在し得るため、請求項6のように出力調整するのであれば、カーブしていない場合に比べて、カーブ内側方向への出力は相対的に大きくし、逆にカーブ外側方向への出力を相対的に小さくする。また、前方の道路が上り坂になっている場合には通常の状態でも上方向に車両が存在するため、上り坂になっていない場合に比べて、上方向への出力は相対的に大きくすることが考えられる。このように道路形状に基づいて車両の存在する可能性がある領域を把握することで、より適切な前方車両の認識が実現できる。請求項7～12の場合も同様に、車両前方の道路形状に応じて可能性の高低を区別する領域を設定することが考えられる。

【0015】なお、道路形状認識手段としては、例えば請求項14に示すように、自車両の旋回状態に基づいて道路形状を認識するものが考えられる。ステアリングセンサから得た操舵角やヨーレートセンサから得た車両旋回角などに基づいて推定認識する。また、請求項15に示すように、道路形状を認識するのに有効な物体に対するレーダ手段による検出結果に基づいて道路形状を認識してもよい。例えば路側に複数存在するデリニエータを検知すれば道路形状を認識できる。さらには、請求項16に示すように、道路形状を判定可能な情報を含む地図情報を記憶しておき、検出した現在地に対応する地図情報に基づいて道路形状を認識することも考えられる。いわゆるナビゲーションシステムを搭載している車両であれば、そのシステムからこれらの情報を得ることができ、道路形状の認識も可能である。

【0016】なお、請求項17に示すように、物体認識装置の認識手段をコンピュータシステムにて実現する機能は、例えば、コンピュータシステム側で起動するプログラムとして備えることができる。このようなプログラムの場合、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録し、必要に応じてコンピュータシステムにロードして起動することにより用いることができる。この他、ROMやバックアッ

PRAMをコンピュータ読み取り可能な記録媒体として前記プログラムを記録しておき、このROMあるいはバックアップRAMをコンピュータシステムに組み込んで用いても良い。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明が適用された車両制御装置1について、図面と共に説明する。この車両制御装置は、自動車に搭載され、警報すべき領域に障害物が所定の状況で存在する場合に警報を出力したり、前車（先行車両）に合わせて車速を制御したりする装置である。

【0018】図1は、そのシステムブロック図である。車両制御装置は認識・車間制御ECU3を中心構成されている。認識・車間制御ECU3はマイクロコンピュータを主な構成として入出力インターフェース（I/O）および各種の駆動回路や検出回路を備えている。これらのハード構成は一般的なものであるので詳細な説明は省略する。

【0019】認識・車間制御ECU3は、レーザレーダセンサ5、車速センサ7、ブレーキスイッチ9、スロットル開度センサ11から各々所定の検出データを入力しており、警報音発生器13、距離表示器15、センサ異常表示器17、ブレーキ駆動器19、スロットル駆動器21および自動変速機制御器23に所定の駆動信号を出力している。また認識・車間制御ECU3には、警報音量を設定する警報音量設定器24、警報判定処理における感度を設定する警報感度設定器25、クルーズコントロールスイッチ26、図示しないステアリングホイールの操作量を検出するステアリングセンサ27、ヨーレートセンサ28およびワイパスイッチ30が接続されている。また認識・車間制御ECU3は、電源スイッチ29を備え、その「オン」により、所定の処理を開始する。

【0020】ここで、レーザレーダセンサ5は、図2に示すように、発光部、受光部及びレーザレーダCPU70などを主要部として次のように構成されている。発光部は、パルス状のレーザ光を、発光レンズ71及びスキャナ72を介して放射する半導体レーザダイオード（以下、単にレーザダイオードと記載）75を備えている。そして、レーザダイオード75は、レーザダイオード駆動回路76を介してレーザレーダCPU70に接続され、レーザレーダCPU70からの駆動信号によりレーザ光を放射（発光）する。また、スキャナ72にはポリゴンミラー73が鉛直軸を中心に回転可能に設けられ、レーザレーダCPU70からの駆動信号がモータ駆動部74を介して入力されると、このポリゴンミラー73は図示しないモータの駆動力により回転する。なお、このモータの回転位置は、モータ回転位置センサ78によって検出され、レーザレーダCPU70に出力される。

【0021】本実施形態のポリゴンミラー73は、面倒れ角が異なる6つのミラーを備えているため、車幅方向

及び車高方向それぞれの所定角度の範囲で不連続にレーザ光を掃引照射（スキャン）して出力する。このようにレーザ光を2次元的に走査するのであるが、その走査パターンを図3（a）を参照して説明する。なお、図3（a）において、出射されたレーザビームのパターン92は測定エリア91内の右端と左端に出射された場合のみを示しており、途中は省略している。また、出射レーザビームパターン92は、図3（a）では一例として略円形のものを示しているが、この形に限られるものではなく楕円形、長方形等でもよい。さらに、レーザ光を用いるものの他に、ミリ波等の電波や超音波等を用いるものであってもよい。また、スキャン方式にこだわる必要はなく、距離以外に2方位を測定できる方式であればよい。

【0022】図3（a）に示すように、測定エリアの中心方向をZ軸としたとき、これに垂直なXY平面内の所定エリアを順次走査する。本実施形態では、高さ方向であるY軸を基準方向、車幅方向であるX軸を走査方向とし、スキャンエリアは、X軸方向には $0.15\text{deg} \times 105\text{点} = 16\text{deg}$ であり、Y軸方向には $0.7\text{deg} \times 6\text{ライン} = 4\text{deg}$ である。また、スキャン方向はX軸方向については図3（a）において左から右へ、Y軸方向については図3（a）において上から下へである。具体的には、まずY軸方向に見た最上部に位置する第1走査ラインについてX軸方向に 0.15° おきにスキャンする。これで1走査ライン分の検出がなされるので、次に、Y軸方向に見た次の位置にある第2走査ラインにおいても同様にX軸方向に 0.15° おきにスキャンする。このようにして第6走査ラインまで同様のスキャンを繰り返す。したがって、左上から右下に向かって順に走査がされ、 $105\text{点} \times 6\text{ライン} = 630\text{点分}$ のデータが得られることとなる。

【0023】このような2次元的なスキャンにより、走査方向を示すスキャン角度 θ_x 、 θ_y と測距された距離 r とが得られる。なお、2つのスキャン角度 θ_x 、 θ_y は、それぞれ出射されたレーザビームとXZ平面との角度を縦スキャン角 θ_y 、出射されたレーザビームをXZ平面に投影した線とZ軸との角度を横スキャン角 θ_x と定義する。

【0024】一方、受光部は、図示しない物体に反射されたレーザ光を受光レンズ81を介して受光し、その強度に対応する電圧を出力する受光素子83とを備えている。そして、この受光素子83の出力電圧は、可変増幅器85に入力される。可変増幅器85は入力電圧を増幅してコンバレータ87に出力するのであるが、この増幅率は時間の経過と共に増大するよう制御される。また、この増幅率をどのように変化させるかは、レーザレーダCPU70によって適宜変更させることができるよう構成されている。コンバレータ87は可変増幅器85の出力電圧を基準電圧と比較し、出力電圧>基準電圧とな

ったとき所定の受光信号を時間計測回路 8 9 へ出力する。

【0025】時間計測回路 8 9 には、レーザレーダ C P U 7 0 からレーザダイオード駆動回路 7 6 へ出力される駆動信号も入力され、図3 (c) に示すように、上記駆動信号をスタートパルス P A、上記受光信号をストップパルス P B とし、2つのパルス P A、P B 間の位相差 (すなわちレーザ光を射出した時刻 T 0 と反射光を受信した時刻 T 1 との差 ΔT) を2進デジタル信号に符号化する。また、ストップパルス P B のパルス幅も時間として計測する。そして、それらの値を2進デジタル信号に符号化してレーザレーダ C P U 7 0 へ出力する。レーザレーダ C P U 7 0 は、時間計測回路 8 9 から入力された2つのパルス P A、P B 間の入力時間差から物体までの距離を算出し、その距離及び対応するスキャン角度 θ_x 、 θ_y を基にして位置データを作成する。つまり、レーザレーダ中心を原点 (0, 0, 0) とし、車幅方向を X 軸、車高方向を Y 軸、車両前方方向を Z 軸とする XY Z 直交座標に変換する。そして、この (X, Y, Z) データ及び受光信号強度データ (ストップパルス P B のパルス幅が相当する) を測距データとして認識・車間制御 E C U 3 へ出力する。

【0026】なお、本実施形態の可変増幅器 8 5 はバイポーラトランジスタを用いて構成されており、次のような特性を持っている。つまり、受光信号の強度が小さい場合には図2 (b) に示すように飽和しないが、受光信号の強度が大きくなると図2 (c) に示すようにアンプ出力が飽和してしまう (飽和電圧 V_{sat})。但し、二点鎖線で示すように、少数キャリヤ蓄積効果により、受光信号強度が大きければ大きいほど信号パルスの立ち下がりが遅れる特性を持っている。また、アンプ出力である信号パルスが所定のしきい値電圧よりも大きくなっている時間を示すパルス幅は、受光信号強度と相関関係があり、受光信号強度の対数に略比例している。そのため、たとえ図2 (c) のようにアンプ出力が飽和して受光信号強度が直接得られなくても、パルス幅を基にし、上述の相関関係を参考すれば、受光信号強度を推定することができる。

【0027】認識・車間制御 E C U 3 は、このように構成されていることにより、レーザレーダセンサ 5 からの測距データを基にして物体を認識し、その認識物体から得た先行車の状況に合わせて、ブレーキ駆動器 1 9、スロットル駆動器 2 1 および自動变速機制御器 2 3 に駆動信号を出力することにより車速を制御する、いわゆる車間制御を実施している。また、認識物体が所定の警報領域に所定時間存在した場合等に警報する警報判定処理も同時に実施している。この場合の物体としては、自車の前方を走行する前車やまたは停止している前車等が該当する。

【0028】続いて認識・車間制御 E C U 3 の内部構成

について制御ブロックとして説明する。レーザレーダセンサ 5 から出力された測距データは物体認識ブロック 4 3 に送られる。物体認識ブロック 4 3 では、測距データとして得た3次元位置データに基づいて、物体の中心位置 (X, Y, Z)、大きさ (W, D, H) を求めると共に、中心位置 (X, Y, Z) の時間的変化に基づいて、自車位置を基準とする前車等の障害物の相対速度 (V_x , V_y , V_z) を求める。さらに物体認識ブロック 4 3 では、車速センサ 7 の検出値に基づいて車速演算ブロック 4 7 から出力される車速 (自車速) と上記求められた相対速度 (V_x , V_y , V_z) とから物体が停止物体であるか移動物体であるかの認識種別が求められ、この認識種別と物体の中心位置とに基づいて自車両の走行に影響する物体が選択され、その距離が距離表示器 1 5 により表示される。なお、物体の大きさを示す (W, D, H) は、それぞれ (横幅、奥行き、高さ) である。

【0029】また、ステアリングセンサ 2 7 からの信号に基づいて操舵角演算ブロック 4 9 にて操舵角が求められ、ヨーレートセンサ 2 8 からの信号に基づいてヨーレート演算ブロック 5 1 にてヨーレートが演算される。そしてカーブ半径 (曲率半径) 算出ブロック 5 7 では、車速演算ブロック 4 7 からの車速と操舵角演算ブロック 4 9 からの操舵角とヨーレート演算ブロック 5 1 からのヨーレートとに基づいて、カーブ半径 (曲率半径) R を算出する。そして物体認識ブロック 4 3 では、このカーブ半径 R および中心位置座標 (X, Z) などに基づいて車両形状確率や自車線確率を算出する。この車両形状確率や自車線確率については後述する。

【0030】このようなデータを持つ物体のモデルを「物標モデル」と呼ぶこととする。この物体認識ブロック 4 3 にて求めたデータが異常な範囲の値がどうかがセンサ異常検出ブロック 4 4 にて検出され、異常な範囲の値である場合には、センサ異常表示器 1 7 にその旨の表示がなされる。

【0031】一方、先行車判定ブロック 5 3 では、物体認識ブロック 4 3 から得た各種データに基づいて先行車を選択し、その先行車に対する距離 Z および相対速度 V_z を求める。そして、車間制御部及び警報判定部ブロック 5 5 が、この先行車との距離 Z、相対速度 V_z 、クルーズコントロールスイッチ 2 6 の設定状態およびブレーキスイッチ 9 の踏み込み状態、スロットル開度センサ 1 1 からの開度および警報感度設定器 2 5 による感度設定値に基づいて、警報判定ならば警報するか否かを判定し、クルーズ判定ならば車速制御の内容を決定する。その結果を、警報が必要ならば、警報発生信号を警報音発生器 1 3 に出力する。また、クルーズ判定ならば、自動变速機制御器 2 3、ブレーキ駆動器 1 9 およびスロットル駆動器 2 1 に制御信号を出力して、必要な制御を実施する。そして、これらの制御実行時には、距離表示器 1 5 に対して必要な表示信号を出力して、状況をドライバ

一に告知している。

【0032】このような車間制御や警報判定に際しては、その前提となる物体認識、さらに詳しく言えば、ここで認識対象物体である車両の認識が適切に行われていることが重要である。そこで、その車両認識を適切に行うための工夫について、いくつかの態様を説明する。

【0033】【態様1】本態様1は、レーザレーダセンサ5における測距データを得る時点において工夫するものであり、具体的には、レーザダイオード75からの出力調整によって対応するものである。

【0034】図4はレーザレーダセンサ5にて実行される処理を示すフローチャートであり、モータ回転位置センサ78からの出力に基づいてモータ回転位置を検出し(S11)、その回転位置に対応するレーザダイオード75からのレーザ光の照射方向を検出する(S12)。そして、レーザダイオード75を発光させてレーザ光を出力する際の出力レベルを調整した後(S13)、レーザダイオード駆動回路76を制御して、レーザダイオード75を発光させる(S14)。その発光に対応し、図示しない前方物体に反射されたレーザ光を受光素子83にて受光して電圧に変換し、その変換した電圧を可変増幅器85にて増幅する(S15)。そして、コンパレータ87を介して出力された上述のスタートパルスPA及びストップパルスPBに基づき、時間計測回路89にて反射時間を計測し(S16)、さらにストップパルスPBのパルス幅に基づいて受光信号強度を検出する(S17)。そして、上述したように、直交座標に変換した位置データ及び反射強度(受光信号強度)を測距データとして認識・車間制御ECU3へ出力する(S18)。

【0035】このように、従来であれば、スキャンエリア内のいずれの方向においても同じ出力レベルでレーザ光を照射していたが、本態様では、照射方向に応じて出力レベルを変更するようにした(S11～S13)。S13における出力調整は、図5に示すLD発光出力調整マップを参照して行う。

【0036】このマップは、車幅方向及び車高方向をそれぞれX軸及びY軸とした場合のレーザ光の照射方向範囲内において、どの方向領域を何%の出力レベルでレーザ光を発光出力させるかを示すものである。具体的には、照射方向範囲の中心付近は100%の出力レベル領域であり、その周囲に80%の出力レベル領域が設定されている。そのため、照射方向範囲の上端領域及び左右端領域は80%の出力レベルとなっている。また、下方領域に関しては、最下端に50%の出力レベル領域があり、下方から上方に向かって、50%→80%→100%→80%という領域設定になっている。

【0037】このような領域設定にする意図は、認識対象としている物体、つまりここでは前方に存在する車両では存在する可能性の高低に応じ、可能性が低い領域方向へは、送信波の出力が相対的に小さくなるようにして

いる。例えば路面上の白線や自車の至近距離に浮遊する水しぶきなどは、図5で言えば最下端領域に存在すると考えられるため、その部分は50%にする。また、上端付近では例えばトンネルの天井や看板などを検知する可能性があり、左右端においてはガードレールや植え込みなどを検知する可能性があるため、これらの領域では出力レベルを80%としている。

【0038】このようにすることで、当然ながら反射強度も小さくなる。出力レベルが同じであっても元々車両よりも反射強度が小さくなるこれら白線などについては、発光出力を小さくすることでさらに反射強度が小さく得られることとなり、この反射強度に基づいて車両と非車両とを区別して認識し易くなる。なお、この「車両と非車両との区別」に関しては、例えば区別反射強度が小さくなつてコンパレータ87の基準電圧自体を上回らなくなり、時間計測回路89にストップパルスPB自体が出力されないことで区別可能となる状態が得られてもよいし、ストップパルスPB自体は出力されるが、そのパルス幅(受光信号強度)が小さいため、認識・車間制御ECU3において受光信号強度が所定のしきい値未満のデータは削除することで区別可能となる状態が得られても良い。

【0039】なお、「車両では存在する可能性が小さな領域」においても車両が存在する可能性は0ではない。例えば自車両のピッティングによってその「可能性が小さな領域」において前方車両からの反射波を得ることもあり得るため、その領域における車両は認識したい。したがって、発光出力を相対的に小さくするとはいっても、車両であれば認識できるような出力低下度合いにしておくために、80%や50%といった値を採用し、0%にはしない。

【0040】本態様1は、このようにレーザレーダセンサ5から認識・車間制御ECU3へ出力されるデータの時点で、車両と非車両とが区別可能な状態にされていることが特徴であるが、認識・車間制御ECU3の物体認識ブロック43において実行される物体認識にかかる動作についても、説明をしておく。

【0041】図6(a)のフローチャートに物体認識に係るメイン処理を示す。図6(a)の最初のステップであるS110では、レーザレーダセンサ5から1スキャン分の測距データの読み込みを行う。レーザレーダセンサ5でのスキャン周期は100msecとし、100msec毎にデータを取り込むこととする。

【0042】続くS120では、データのセグメント化を行う。上述したように、測距データとして得た3次元位置データをグルーピングしてセグメントを形成する。このセグメント化においては、所定の接続条件(一体化条件)に合致するデータ同士を集めて1つのプリセグメントデータを生成し、さらにそのプリセグメントデータ同士の内で所定の接続条件(一体化条件)に合致するも

のを集めて1つの本セグメントデータとするというものである。プリセグメントデータは、例えば点認識されたデータ同士のX軸方向の距離 ΔX が0.2m以下、Z軸方向の距離 ΔZ が2m以下という2条件を共に満たす場合に、その点集合を一体化して求める。本実施形態では、Y軸方向に6つの走査ラインがあるが、プリセグメント化によって各ライン毎にプリセグメントデータが生成されている。そのため、本セグメント化では、3次元(X, Y, Z)空間で近接するプリセグメントデータ同士を一体化(本セグメント化)する。本セグメントデータは、X軸、Y軸及びZ軸にそれぞれ平行な3辺を持つ直方体の領域であり、その中心座標(X, Y, Z)と大きさを示すための3辺の長さ(W, H, D)をデータ内容とする。なお、特に断らない限り、本セグメント(データ)のことを単にセグメント(データ)と称することとする。

【0043】続くS130では、認識対象の個々の車両などを物標化する物標化処理を行う。物標とは、一まとめのセグメントに対して作成される物体のモデルである。この物標化処理を図6(b)のフローチャートなどを参照して説明する。物標化処理においてはまず、物標モデルの対応セグメントを検索する(S131)。これは、前回までに得た物標モデルが、今回検出したセグメントの内のいずれと一致するかを検索する処理であり、物標に対応するセグメントとは次のように定義する。まず、物標が前回処理時の位置から前回処理時における相対速度で移動したと仮定した場合、現在物標が存在するであろう推定位置を算出する。続いて、その推定位置の周囲に、X軸、Y軸、Z軸方向それぞれに所定量の幅を有する推定移動範囲を設定する。そして、その推定移動範囲に少なくとも一部が含まれるセグメントを対応するセグメントとする。

【0044】続くS132では、物標のデータ更新処理を実行する。この処理は、対応するセグメントがあれば物標モデルの過去データの更新及び現在位置データの更新を行うもので、更新されるデータは、中心座標(X, Y, Z)、幅W、高さH、奥行きD、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向の相対速度(Vx, Vy, Vz)、中心座標(X, Y, Z)の過去4回分のデータ、自車線確率などである。なお、対応するセグメントがない場合は、物標モデルのデータ更新は行わず、新規物標モデルの登録を行う。

【0045】その後、車両形状確率の算出(S133)及び自車線確率の算出(S134)を行う。

①車両形状確率の算出

路側にデリニエータが狭い間隔で多数設置されているような場合やガードレールを検出しているような場合には、これらの停止物を移動物であると誤認識してしまう可能性がある。これは、同一位置に常に何かを検出することにより、その位置に自車と同速度で走行している車

両が存在すると判断してしまうからである。そこで、このように移動物であると誤認識した物標が先行車判定ブロック53において誤って先行車と判断されてしまわないように、この車両形状確率に基づくことで走行車両でないと判断できるようにする。例えば先行車判定ブロック53においてこの車両形状確率が50%未満の場合に路側物であると判定する。

【0046】車両形状確率の取り得る範囲は0~100%であり、瞬間的なノイズやバラツキによる影響を低減するために、下式のように加重平均して求める。まで取り柄ルーチンそして、各物標ごとに自車線確率瞬時値を算出したら、次に、下式を用いて、フィルタ処理をする。ここで、 α は距離Zに依存するパラメータであり、図7(b)のマップを用いて求める。自車線確率の初期値は、0%とする。

今回の車両形状確率←前回値× α + 今回の瞬時値×(1- α)

なお、初期値は50%とし、 α は例えば0.8といった値を採用する。また、車両形状確率の瞬時値は、相対加速度、縦横の長さD、W、検出時間などに基づいて算出する。

【0047】相対加速度については、例えば $|\alpha_j| > \alpha_0 + \alpha_n / j^2$ が成立すれば-50%とし、不成立の場合はそのまま(プラスもマイナスもしない)とすることが考えられる。なお、 α_j は算出した相対加速度であり、 α_0 は許容相対加速度、 α_n は測距誤差によるノイズサンプリング周期のときの値である。この式に関しては、特開平9-178848号の図7のステップ307にて示した式と同じであるため、詳しい説明は省略する。

【0048】また、縦横の長さD、Wについては、車両らしい横長物であれば+30%とし、ガードレールのような縦長物であれば-50%とし、点物体あるいは上記以外の形状の物体であれば+10%とする考えられる。なお、横長物とは、XZ平面上の形状が横幅Wの大の長方形であるものを指し、縦長物とは、奥行きDの大の長方形であるものを指す。そして、車両らしい横長物の具体例としては、1.2m≤横幅W<2.5m、且つ奥行きD<5.0m、且つ縦横比D/W<5という条件を満たすものが挙げられる。また、ガードレールのような縦長物の具体例としては、奥行きD≥5.0m、且つ縦横比D/W≥5という条件を満たすものが挙げられる。さらに点物体としては、横幅W<1.2m、且つ奥行きD<5.0m、且つ縦横比D/W<5という条件を満たすものが挙げられる。

【0049】また、検出時間については、例えば検出時間が2秒以上のものは+20%とし、検出時間が5秒以上のものは+50%とすることが考えられる。先行車に追従走行している場合は、先行車を長時間安定して検出することができるのに対し、路側のデリニエータ群やガ

ードレールを検出している場合には、同じ検出状態が長時間は続かないで、多数の目標が消えて無くなったり、新たに現れたりする。したがって、長時間検出している目標は走行車両である可能性が高いと言えるため、検出時間に応じて車両形状確率の瞬時値をアップさせている。

【0050】②自車線確率の算出

自車線確率とは、目標が自車と同レーンを走行している

$$\begin{aligned} X &\leftarrow X_0 - Z_0^2 / 2R \\ Z &\leftarrow Z_0 \end{aligned}$$

R : カーブ半径算出ブロック57で得た推定R

右カーブ: 符号正

左カーブ: 符号負

なお、円の方程式は、 $|X| \ll |R|$ 、Zという仮定のもとで、近似した。また、レーザレーダセンサ5が車両中心から離れたところに取り付けられている場合には、そのオフセット量を加味し、車両中心が原点になるようにX座標を補正するものとする。すなわち、ここでは実質的にはX座標のみ変換している。

【0052】このように直進路に変換して得られた中心位置(X, Z)を、図8に示す自車線確率マップ上に配置して、各物体の瞬時自車線確率、すなわち、その時点で自車線に存在する確率を求める。確率として存在するのは、カーブ半径算出ブロック57(図1参照)にて求めた曲率半径Rは認識目標あるいは操舵角などから推定した値であり、実際のカーブの曲率半径との間に誤差が存在するからである。その誤差を考慮した制御をするた

$$L_a : X=0.7+(1.75-0.7) \cdot (Z/100)^2 \quad \cdots [式3]$$

$$L_b : X=0.7+(3.5-0.7) \cdot (Z/100)^2 \quad \cdots [式4]$$

$$L_c : X=1.0+(5.0-1.0) \cdot (Z/100)^2 \quad \cdots [式5]$$

$$L_d : X=1.5 \cdot (1-Z/60) \quad \cdots [式6]$$

これを一般式で表すと次式7~10のようになる。

$$L_a : X=A1+B1 \cdot (Z/C1)^2 \quad \cdots [式7]$$

$$L_b : X=A2+B2 \cdot (Z/C2)^2 \quad \cdots [式8]$$

$$L_c : X=A3+B3 \cdot (Z/C3)^2 \quad \cdots [式9]$$

$$L_d : X=A4 \cdot (B4-Z/C4) \quad \cdots [式10]$$

この式7~10から一般的には、次の式11~13を満足させるように領域を設定する。実際の数値の決定は、

$$A1 \leq A2 \leq A3 < A4$$

$$B1 \leq B2 \leq B3 \quad \text{および} \quad B4 = 1$$

$$C1 = C2 = C3 \quad (C4 \text{に制約無し})$$

なお、図8の境界線L_a、L_b、L_c、L_{a'}、L_{b'}、L_{c'}は、計算処理速度の点から、放物線としているが、処理速度が許すならば、円弧にて表す方が良い。境界線L_d、L_{d'}についても処理速度が許すなら

①領域dを少しでも有する物体

②領域a内に中心が存在する物体

③領域b内に中心が存在する物体

④領域c内に中心が存在する物体

⑤上記①~④を全て満たさない物体

る車両である確からしさを表すパラメータである。本実施形態では、自車線確率瞬時値(その瞬間の検出データに基づいて算出された値)を算出した後、所定のフィルタ処理を施して自車線確率を求める。

【0051】まず、目標の位置を、直線路走行時の位置に換算する。もともとの目標の中心位置を(X₀, Z₀)としたとき、次の変換式により、直線路変換位置(X, Z)が得られる(図7(a)参照)。

… [式1]

… [式2]

め、ここで各物体の瞬時自車線確率を求める。

【0053】図8において、横軸はX軸、すなわち自車の左右方向であり、縦軸はZ軸、すなわち自車の前方を示している。本実施形態では、左右5m、前方100mまでの領域を示している。ここで領域は、領域a(自車線確率80%)、領域b(自車線確率60%)、領域c(自車線確率30%)、領域d(自車線確率100%)、それ以外の領域(自車線確率0%)に別れている。この領域の設定は、実測により定めたものである。特に、領域dは自車直前への割込も考慮することにより設定された領域である。

【0054】領域a, b, c, dを区切る境界線L_a、L_b、L_c、L_dは、例えば次の式3~6で与えられるものである。なお、境界線L_{a'}、L_{b'}、L_{c'}、L_{d'}は、それぞれ境界線L_a、L_b、L_c、L_dとはY軸で対称の関係にある。

… [式3]

… [式4]

… [式5]

… [式6]

実験にて決定する。

… [式11]

… [式12]

… [式13]

ば外側に膨らんだ放物線または円弧にて表す方が良い。

【0055】次に、各目標の直線路換算位置を図8の自車線確率マップと照合する。下記要領で、マップと照合することで、自車線確率瞬時値P0が得られる。

→ P0 = 100%

→ P0 = 80%

→ P0 = 60%

→ P0 = 30%

→ P0 = 0%

そして、各物標ごとに自車線確率瞬時値を算出したら、次に、下式を用いて、フィルタ処理をする。

$$\text{自車線確率} \leftarrow \text{自車線確率前回値} \times \alpha + \text{自車線確率瞬時値} \times (1 - \alpha)$$

ここで、 α は距離 Z に依存するパラメータであり、図7 (b) のマップを用いて求める。自車線確率の初期値は、0%とする。

【0056】なお、本自車線確率は、上述した車両形状確率の値によっても影響を受ける。具体的には、車両形状確率が50%未満のときは自車線確率を35%で上限リミットする。これは、車両形状確率が50%未満のときは路側物である可能性が高いので、自車線確率を低く抑える意図である。また、35%でリミットしている理由は、車両形状確率が50%未満から50%以上になったとき、自車線確率マップの100%領域に2回連続存在したら、自車線確率が50%以上になるような上限りリミット値を選んだからである。

【0057】そして、このように算出した車両形状確率及び自車線確率も含めた物標モデルのデータが、図1に示す物体認識ブロック43から先行車判定ブロック53へ出力される。なお、先行車判定ブロック53では、例えば車両形状確率が所定のしきい値(例えば50%)以上、且つ自車線確率が所定のしきい値(例えば50%)以上の物標の中で、距離 Z が最小のものを先行車と判断する。この判断結果は車間制御部及び警報判定部ブロック55に出力されることとなる。

【0058】このように、本態様1においては、レーザーレーダセンサ5から認識・車間制御ECU3へ出力されるデータの時点で、車両と非車両とが区別可能な状態にされているため、非車両を誤って前方に存在する車両であると認識することが防止でき、適切な車間制御や警報制御が実行できる。

【0059】【態様2】本態様2も、態様1と同様にレーザーレーダセンサ5における測距データを得る時点において工夫するものであるが、態様1がレーザダイオード75からの出力調整によって対応するものであったのに対し、本態様2は可変増幅器85における増幅率を変更して受信感度を調整することで対処する。

【0060】図9は本態様2の場合のレーザーレーダセンサ5にて実行される処理を示すフローチャートであるが、これは、上述した態様1の場合の図4のフローチャートにおけるS13の「発光出力調整」処理がなくなり、代わりに図9のS24の「受光増幅率調整」処理が追加されたものである。その他の処理内容は同じであり、図4のS11, S12, S14, S15, S16, S17, S18は、それぞれ図9のS21, S22, S23, S25, S26, S27, S28と対応する。したがって、それら同じ部分についての説明は省略し、S24の処理について説明する。

【0061】図3(c)に示すように、可変増幅器85

における増幅率は時間の経過と共に増大するようレーザーレーダCPU70によって制御されるのであるが、従来は、スキャンエリア内のいずれの方向から返ってきた反射光であっても、この増幅率の時間的变化は同じであった。それに対して、本態様2では、反射物体の3次元位置が認識対象物体では存在する可能性が低い領域の場合、その可能性の低さに応じて反射波の受信感度が相対的に小さくなるようにする。具体的には、反射物体の位置に応じて増幅率を調整するようにした。この増幅率調整は、図10に示す増幅率判定マップを参照して行う。

【0062】このマップは、車幅方向及び車高方向をそれぞれX軸及びY軸とした場合の反射物体の存在領域に対応して、どのような増幅率の時間的变化にするかを示すものである。具体的には、図10中に(a)～(c)で示すような3種類の増幅率変化が設定されており、それぞれがどの領域に対応するかが設定されている。

【0063】領域設定に関しては、中心付近の領域、その周囲の領域、最下端領域の3つにわけられており、中心付近の領域は(b)の増幅率変化が対応し、その周囲の領域は(a)の増幅率変化が対応し、下方領域に関しては、最下端に(c)の増幅率変化が対応している。なお、この(a), (b), (c)が対応する領域は、それぞれ図5に示した80%の出力レベル領域、100%の出力レベル領域、50%の出力レベル領域に対応するものである。

【0064】そして、増幅率の変化度合いに関しては、(b)の増幅率変化は従来と同様のものであり、(a)の増幅率変化は、(b)の増幅率変化に対してその変化度合いを全体的に小さくしたものである。また、(c)の増幅率変化は、時刻0から所定の時刻 t_1 まではほとんど増加率を上げずに低レベルに維持し、その後、

(b)の増幅率変化に対してその変化度合いを全体的に小さくしたような変化をさせるものである。このような変化度合いに設定した意図は次の通りである。態様1における図5の領域設定に関しても説明した通り、路面上の白線や自車の至近距離に浮遊する水しぶきなどは、図10で言えば最下端領域に存在すると考えられ、また、上端付近では例えばトンネルの天井や看板などを検知する可能性があり、左右端においてはガードレールや植え込みなどを検知する可能性があるため、これらの領域では増幅率の変化度合いが、中央付近の領域に対応する

(b)の増幅率変化度合いに対して全体的に低くなるようにされている。

【0065】このようにすることで、これら路面上の白線や水しぶき、トンネルの天井や看板、ガードレールや植え込みなどによる反射光は増幅度合いが小さくなり、この増幅後の信号強度に基づいて車両と非車両とを区別して認識し易くなる。また、上述したように、(c)の増幅率変化は、単に増幅率の変化度合いが(b)の増幅率変化度合いに対して低くなるだけでなく、時刻0から

所定の時刻 t_1 まではほとんど増加率を上げずに低レベルに維持している。これは、例えば路面上の白線などは自車から極近距離に存在することとなり、そこからの反射光を車両からの反射光と適切に区別するための工夫である。つまり、極近距離にあれば反射光を得るまでの時間も短くなるため、測距開始から短時間に得た反射光に対しては増幅率を相当小さくしておくのである。一方、時刻 t 以降は増幅率をそれなりに上げているのは、次の理由からである。この最下端の領域は、通常であれば車両は存在する可能性の小さな領域であるが、例えば自車のピッキングによって車両前端が相対的に上昇している場合には、この領域においても車両からの反射光を得る可能性がある。但し、極近距離に車両が存在する可能性は小さく、 t 以上の時間をかけて反射光を得た場合にはある程度自車から離れた物体からの反射光であるため、このような範囲においては検出した反射光に対してはそれなりの増幅率を確保するようにしたのである。このように、本態様 2 の場合には、XY 方向の位置だけでなく、Z 方向の位置についても加味した設定となっている。

【0066】このように、本態様 2 においても、態様 1 の場合と同じように、レーザレーダセンサ 5 から認識・車間制御 ECU 3 へ出力されるデータの時点で、車両と非車両とが区別可能な状態にされているため、非車両を誤って前方に存在する車両であると認識することが防止でき、適切な車間制御や警報制御が実行できる。

【0067】【態様 3】上述した態様 1, 2 は、レーザレーダセンサ 5 における出力調整や受信感度調整によって測距データ自体を車両と非車両と区別しやすい（あるいは非車両のデータを削除した）状態にした。これは、非車両と車両とでは反射強度に違いがあるという知見に基づくものであるが、この知見に基づけば、レーザレーダセンサ 5 においては特段の工夫を加えず、その測距データを得た認識・車間制御 ECU 3 において対処してもよい。そのような対処の一つとして態様 3 を説明する。

【0068】図 11 (a) のフローチャートに本態様 3 に係る物体認識に係るメイン処理を示す。S 210 においてレーザレーダセンサ 5 から読み込んだ測距データに対して、S 220 において非車両判定を行う。この非車両判定処理は、図 11 (b) のフローチャートに示すように、非車両判定マップを用いて測距データの対応領域を判定し (S 221) 、測距データが非車両の範囲であれば (S 222: YES) 、データ削除を行い (S 223) 、非車両でない（つまり車両である）範囲であれば (S 222: NO) 、そのまま本処理を終了するという内容である。

【0069】S 221 にて用いている非車両判定マップは、図 12 に示すように、車幅方向、車高方向及び車両前方方向をそれぞれ X 軸、Y 軸及び Z 軸とした場合の反射物体の存在領域に対応して、車両と非車両を区別する

ための受光強度の範囲が設定された 3 次元マップである。具体的には、XY 方向については、中心付近の領域、その周囲の領域、最下端領域の 3 つにわけられており、それら各領域に対応して Z 方向位置と受光強度との対応関係が (a) ~ (c) のように設定されている。XY 方向についての中心付近の領域は (b) の対応関係が対応し、その周囲の領域は (a) の対応関係が対応し、最下端領域は (c) の対応関係が対応している。なお、この (a), (b), (c) が対応する XY 方向についての領域は、それぞれ図 5 に示した 80% の出力レベル領域、100% の出力レベル領域、50% の出力レベル領域に対応するものである。

【0070】続いて、Z 方向位置と受光強度との対応関係について説明する。まず、(b) の対応関係は、所定の Z 方向しきい値 Z_1 までの範囲であって且つ受光強度が所定範囲内のものが非車両、それ以外が車両と設定されている。XY 方向については中心付近の領域であるため、Z 方向に極近距離でない限り、受光強度に関係なく車両が存在する可能性が高いと考えられる。一方、Z 方向に極近距離においても車両が存在する可能性はなくはないが、その場合には、受光強度がある程度以上に大きくなるため、全体として (b) に示すような対応関係に設定することで、車両・非車両の区別が付くと考えられる。

【0071】次に、(a) の対応関係について説明する。この場合、XY 方向については上端あるいは左右端であり、トンネルの天井や看板あるいはガードレールや植え込みなどを検知する可能性がある。そのため、

(b) の場合は Z 方向しきい値 Z_1 より遠くにおいては実質的に受光強度による判定をしなくとも問題ないが、(a) の場合には、そのような範囲においても非車両である可能性が相対的に高いので、受光強度による実質的な判定をする。したがって、(b) の場合の Z 方向しきい値 Z_1 に比べてより遠くの Z 方向しきい値 Z_2 までは、受光強度によるしきい値が設定されている。なお、近距離の場合に同じ物体であっても相対的に受光強度が大きくなるため、受光強度のしきい値も相対的に大きくなっている。

【0072】次に、(c) の対応関係について説明する。この場合、XY 方向については最下端であり、路面上の白線などを検知する可能性がある。逆に車両を検知する可能性は、他の領域に比べて最も少ないと考えられる。そこで、(a) の場合と比較していながら、受光強度によるしきい値が大きい範囲が、より遠くまで適用されている。これは、白線などはそれなりの反射強度を持つため、それらを適切に非車両であると判定するに受光強度によるしきい値を上げたことと、元々車両が存在する可能性が非常に低いため、このようにしきい値を上げても問題が少ないとある。もちろん、上述したように、この最下端の領域であっても例えば自車のピッヂ

ングによって前方車両からの反射光を得る可能性がある。但し、その場合も、受光強度は相対的に高くなるため、ここでは、白線などを排除することを主眼にして受光強度のしきい値を上げることを優先した。

【0073】以上が図11(a)のS220の処理説明であったが、続くS230では、データのセグメント化、S240では物標化を行う。これらの処理は、態様1の場合に説明した図6(a)のS120及びS130の処理内容を同様じなので、ここでは説明は繰り返さない。要は、このようなセグメント化や物標化(S230, S240)の前に、非車両であると判定された測距データを削除しておくため(S220)、非車両を誤って前方に存在する車両であると認識することが防止でき、適切な車間制御や警報制御が実行できるのである。

【0074】なお、図11(b)の非車両判定処理では、非車両の場合にデータ削除(S223)をしたが、あえてデータ削除までしない手法も採用できる。つまり、車両として認識しにくい状態にすればよく、例えば態様1において説明した図6(b)のS133における車両形状確率を、非車両である場合には一律に所定%下げる(例えば-30%)といった対処も考えられる。

【0075】[態様4] 態様4は、態様3と同様に、レーザレーダセンサ5においては特段の工夫を加えず、その測距データを得た認識・車間制御ECU3において対処する場合の一例である。本態様4は、レーザレーダセンサ5にて検出した反射物体が一時的に検出できなくなった場合の対処として、検出できなくなった時点から所定時間は、検出できていた際の状態を保持して存在していると仮定した補完物体を作成することを前提とするものである。

【0076】図13(a)のフローチャートに本態様4に係る物体認識に係るメイン処理を示す。S310においてレーザレーダセンサ5から読み込んだ測距データに對して、データのセグメント化(S320)及び物標化(S330)を行う。これらの処理は、態様1の場合に説明した図6(a)のS110~S130の処理内容を同様なので、ここでは説明は繰り返さない。そして、この物標化(S330)の後に、補完(S340)を行う。

【0077】この補完処理は、図13(b)のフローチャートに示すように、まず、物標が前回の処理において「車両」として認識されていたか否かを判断する(S341)。そして、車両として認識されていない場合には(S341: NO)、何ら処理することなく本処理を終了するが、車両として認識されていた場合には(S341: YES)、物標が前回処理時の位置から前回処理時における相対速度で移動したと仮定した場合の推定位置に現在もその「車両」は認識されているか否かを判断する(S342)。現在も車両が認識されているのであれば(S342: YES)、補完の必要がないため、そのまま本処理を終了する。

【0078】一方、現在は車両が認識されていないのであれば(S342: NO)、前回の測距データを読み込み(S343)、前回位置が補完許可エリアであれば(S344: YES)、補完物体を作成し(S345)、補完許可エリアでなければ(S344: NO)、そのまま本処理を終了する。

【0079】ここで、S344の補完許可エリアか否かは、図14に示す補完許可エリアマップを用いて判定する。このマップは、車幅方向、車高方向及び車両前方方向をそれぞれX軸、Y軸及びZ軸とした場合の反射物体の存在領域に対応して、車両と非車両を区別するための受光強度の範囲が設定された3次元マップである。具体的には、XY方向について、中心付近の領域、その周囲の領域、最下端領域の3つにわけられており、それら各領域に対応してZ方向位置と受光強度との対応関係が(a)~(c)のように設定されている。XY方向についての中心付近の領域は(b)の対応関係が対応し、その周囲の領域は(a)の対応関係が対応し、最下端領域は(c)の対応関係が対応している。なお、この(a), (b), (c)が対応するXY方向についての領域は、それぞれ図5に示した80%の出力レベル領域、100%の出力レベル領域、50%の出力レベル領域に対応するものである。

【0080】続いて、Z方向位置と補完の許可・非許可との対応関係について説明する。まず、(b)の対応関係は、Z=0から所定のZ方向しきい値Z1までの範囲が補完非許可であり、Z1よりも遠い範囲は補完許可である。同様に、(a)の対応関係は、Z=0から所定のZ方向しきい値Z2までの範囲が補完非許可であり、Z2よりも遠い範囲は補完許可、(c)の対応関係は、Z=0から所定のZ方向しきい値Z3までの範囲が補完非許可であり、Z3よりも遠い範囲は補完許可である。そして、これら3つのZ方向しきい値Z1, Z2, Z3の大小関係は、Z1<Z2<Z3と設定されている。つまり、XY方向についての中心付近の領域では、(b)に示すように、Z方向によほど至近距離でなければ補完を許可し、(a)→(c)に行くにつれて、補完を許可しない範囲を長くしていく。

【0081】このように、本態様4においては、レーザレーダセンサ5にて検出した反射物体が一時的に検出できなくなった場合に、車両であった可能性の高い領域において検出できなくなったのであれば(S344: YES)補完物体を作成し(S345)、車両であった可能性が低く非車両である可能性が高い領域において検出できなくなったのであれば(S344: NO)補完物体を作成しないため、非車両を誤って前方に存在する車両であると継続して認識することが防止でき、適切な車間制御や警報制御が実行できる。

【0082】本実施形態においては、レーザレーダセン

サ5がレーダ手段に相当し、認識・車間制御E C U 3の物体認識ブロック4 3が認識手段に相当する。また、図4、図9に示す処理がレーダ手段としての処理の実行に相当し、図6、図11、図13に示す処理が認識手段としての処理の実行に相当する。

【0083】なお、本発明はこのような実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において種々なる形態で実施し得る。

(1) 上述した各態様(1~4)においては、それぞれLD発光出力調整マップ(図5)、増幅率判定マップ(図10)、非車両判定マップ(図12)、補完許可エリアマップ(図14)を用いて所定の処理を行った。このマップにおけるX-Y方向の領域に関しては、いずれも中央付近の領域、その周囲の領域、最下端領域という3種類の領域設定をした。これらは、その順番で車両が存在する可能性が高いと想定されることに基づいた設定であるが、その領域設定を固定にするのではなく、道路形状に応じて可変にしてもよい。

【0084】例えば図15(b)に示すように、前方の道路が左カーブしている場合には、通常の状態でもカーブの内側に車両が存在し得るため、図15(a)に示すようなカーブしていない場合に比べて、図15(b)に示すように、マップ内の各領域をカーブ内側方向へ全体的に移動させることができ。もちろん、右カーブであれば右側に移動させればよい。これによって、例えば態様1であれば、カーブ内側方向領域への出力を相対的に大きくし、逆にカーブ外側方向への出力を相対的に小さくすることができる。他の態様においても同様に、実状にあった対処が可能となる。

【0085】また、例えば図16(b)に示すように、前方の道路が上り坂になっている場合には、通常の状態でも上方向に車両が存在するため、図16(a)に示すような上り坂になっていない場合に比べて、図16

(b)に示すように、マップ内の各領域を上側へ全体的に移動させることができ。もちろん、下り坂であれば下側に移動させればよい。

【0086】このように道路形状に基づいて車両の存在する可能性がある領域を把握することで、より適切な前方車両の認識が実現できる。なお、道路形状を認識するための手段としては、例えば自車両の旋回状態に基づいて道路形状を認識するものが考えられ、図1に示したカーブ半径算出ブロック5 7にて算出したカーブ半径に基づいて推定認識することができる。また、例えば路側に複数存在するデリニエータを検知することで道路形状を認識してもよい。さらには、車両がナビゲーションシステムを搭載しており、そのシステムが道路形状を判定可能な情報を含む地図情報を記憶する場合には、そのシステムから現在位置の前方に存在する道路の形状を得てもよい。

【0087】(2) 上記実施形態では、レーザ光の2次

元スキャンを行うために面倒れ角が異なるポリゴンミラー7 3を用いたが、例えば車幅方向にスキャン可能なガルバノミラーを用い、そのミラー一面の倒れ角を変更可能な機構を用いても同様に実現できる。但し、ポリゴンミラー7 3の場合には、回転駆動だけで2次元スキャンが実現できるという利点がある。

【0088】(3) 上記実施形態では、レーザレーダセンサ5内部において、距離及び対応するスキャン角度 θ_x 、 θ_y を極座標系からX-Y-Z直交座標系に変換していたが、その処理を物体認識ブロック4 3において行っても良い。

(4) 上記実施形態では「レーダ手段」としてレーザ光を用いたレーザレーダセンサ5を採用したが、ミリ波等の電波や超音波等を用いるものであってもよい。また、スキャン方式にこだわる必要はなく、距離以外に方位を測定できる方式であればよい。そして、例えばミリ波でFMCWレーダ又はドップラーレーダなどを用いた場合には、反射波(受信波)から先行車までの距離情報と先行車の相対速度情報が一度に得られるため、レーザ光を用いた場合のように、距離情報に基づいて相対速度を算出するという過程は不要となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用された車両制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 レーザレーダセンサに関する説明図である。

【図3】 (a)はレーザレーダセンサの走査パターンを示す概略斜視図であり、(b)は物体Wを直方体として認識する際の説明図であり、(c)は測距動作に関するタイムチャートである。

【図4】 態様1の場合のレーザレーダセンサにて実行される処理を示すフローチャートである。

【図5】 LD発光出力調整マップの説明図である。

【図6】 (a)は物体認識に係る処理を示すフローチャートであり、(b)は(a)の処理中で実行される物標化処理を示すフローチャートである。

【図7】 (a)は各物標位置を直線路走行時の位置に変換する際の説明図であり、(b)は自車線確率を求めるためのパラメータ α のマップの説明図である。

【図8】 自車線確率マップの説明図である。

【図9】 態様2の場合のレーザレーダセンサにて実行される処理を示すフローチャートである。

【図10】 増幅率判定マップの説明図である。

【図11】 (a)は態様3の場合の物体認識に係る処理を示すフローチャートであり、(b)は(a)の処理中で実行される非車両判定処理を示すフローチャートである。

【図12】 非車両判定マップの説明図である。

【図13】 (a)は態様4の場合の物体認識に係る処理を示すフローチャートであり、(b)は(a)の処理中で実行される補完処理を示すフローチャートである。

【図14】 補完許可エリアマップの説明図である。

【図15】 道路形状に応じて車両が存在する可能性の高低に対応する領域を変更する際の説明図である。

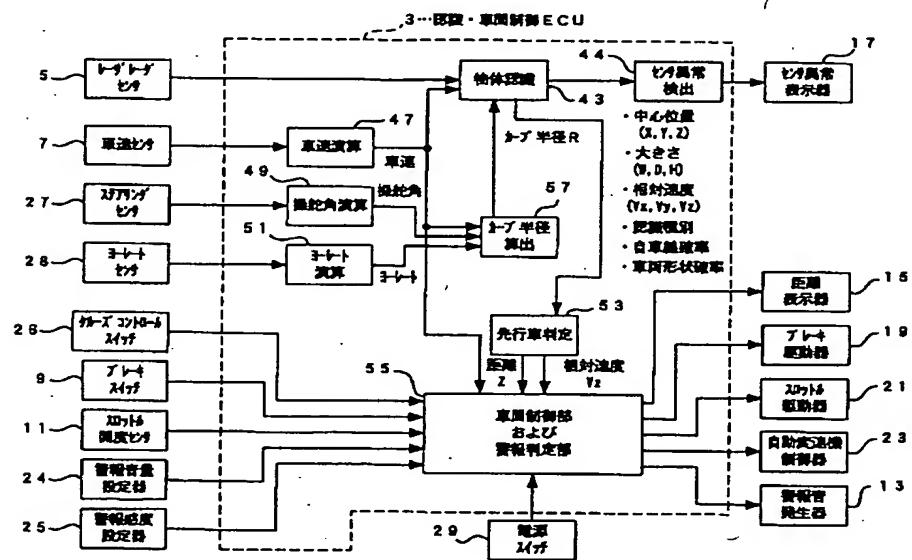
【図16】 道路形状に応じて車両が存在する可能性の高低に対応する領域を変更する際の説明図である。

【符号の説明】

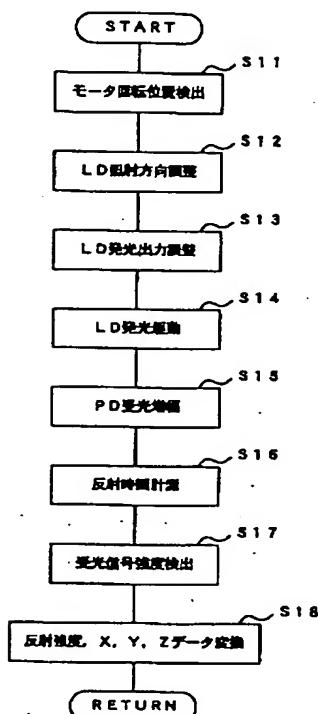
1…車両制御装置、3…認識・車間制御ECU、5…レーザレーダセンサ、7…車速センサ、9…ブレーキスイッチ、11…スロットル開度センサ、13…警報音発生器、15…距離表示器、17…センサ異常表示器、19…ブレーキ駆動器、21…スロットル駆動器、23…自動变速機制御器、24…警報音量設定器、25…警報感度設定器、26…クルーズコントロールスイッチ、27…ステアリングセンサ、28…ヨーレートセンサ、29…電源スイッチ、30…ワイパスイッチ、43…物体認識ブロック、44…センサ異常検出ブロック、47…車速演算ブロック、49…操舵角演算ブロック、51…ヨーレート演算ブロック、53…先行車判定ブロック、55…車間制御部及び警報判定部ブロック、57…カーブ半径算出ブロック、70…レーザレーダCPU、71…発光レンズ、72…スキャナ、73…ミラー、74…モータ駆動回路、75…半導体レーザダイオード、76…レーザダイオード駆動回路、77…ガラス板、81…受光レンズ、83…受光素子、85…アンプ、87…コンパレータ、89…時間計測回路

…ステアリングセンサ、28…ヨーレートセンサ、29…電源スイッチ、30…ワイパスイッチ、43…物体認識ブロック、44…センサ異常検出ブロック、47…車速演算ブロック、49…操舵角演算ブロック、51…ヨーレート演算ブロック、53…先行車判定ブロック、55…車間制御部及び警報判定部ブロック、57…カーブ半径算出ブロック、70…レーザレーダCPU、71…発光レンズ、72…スキャナ、73…ミラー、74…モータ駆動回路、75…半導体レーザダイオード、76…レーザダイオード駆動回路、77…ガラス板、81…受光レンズ、83…受光素子、85…アンプ、87…コンパレータ、89…時間計測回路

【図1】

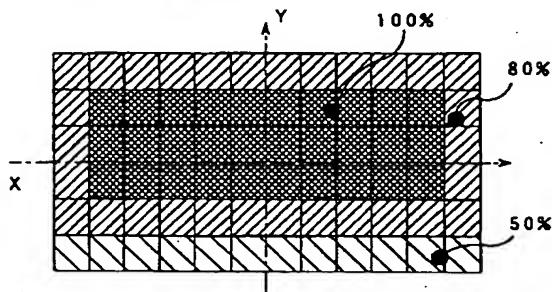


【図4】

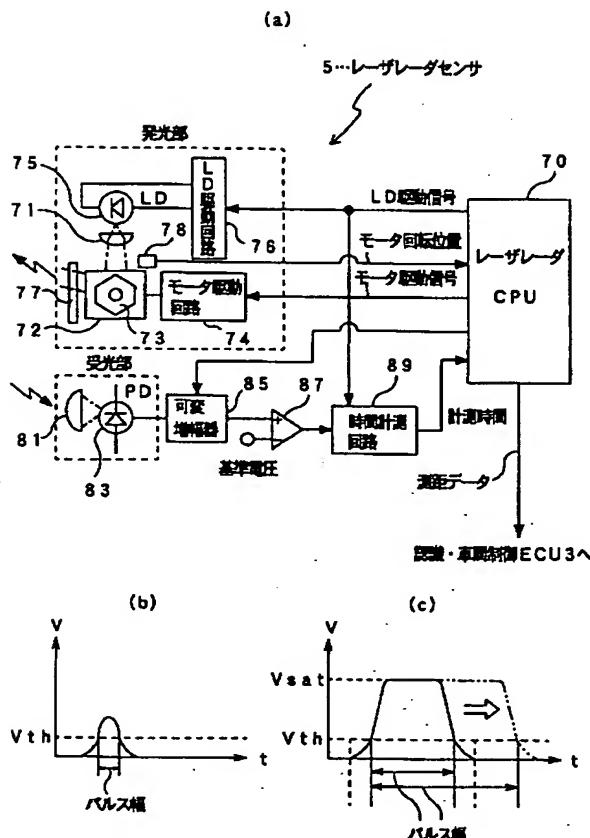


【図5】

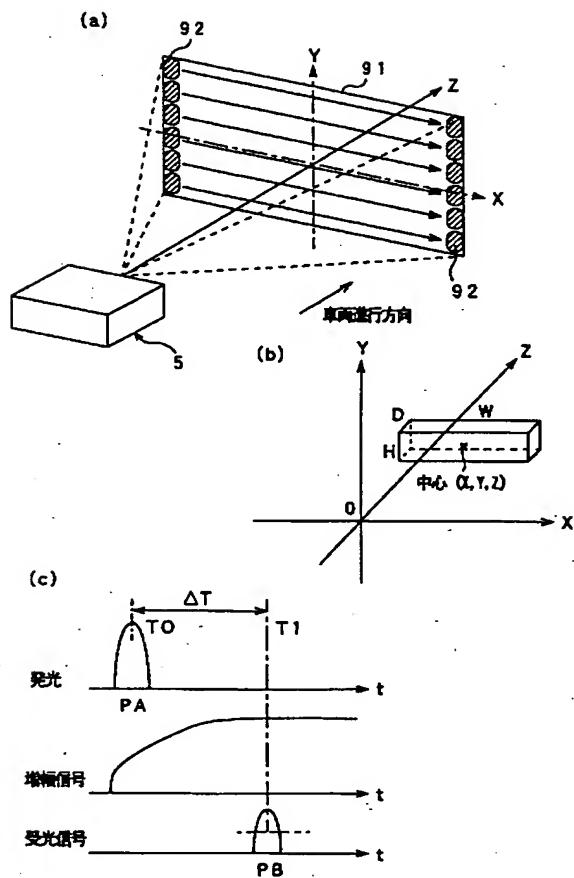
【LD発光出力調整MAP】



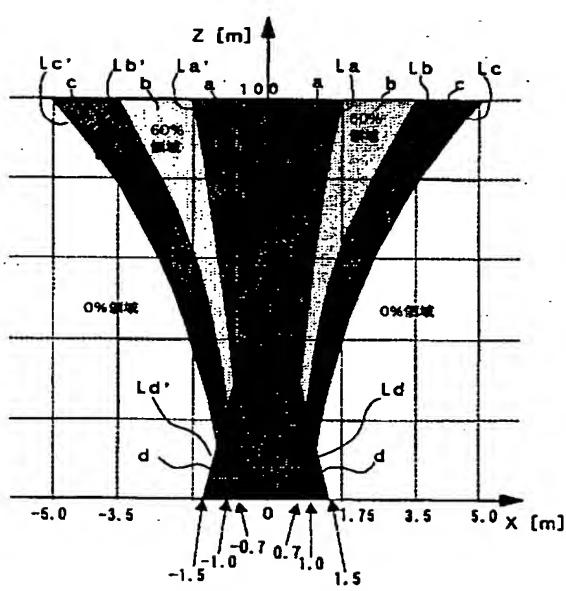
〔図2〕



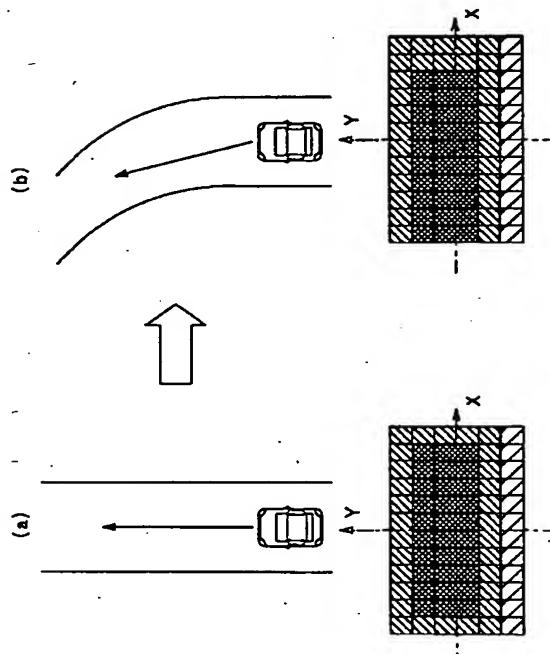
【图 3】



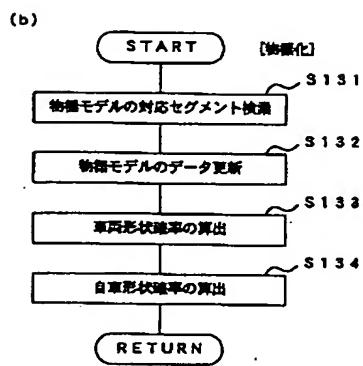
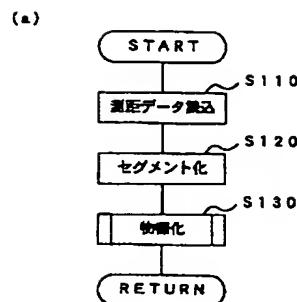
【四】



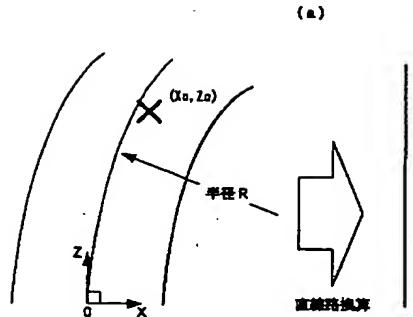
[图 15]



【図 6】

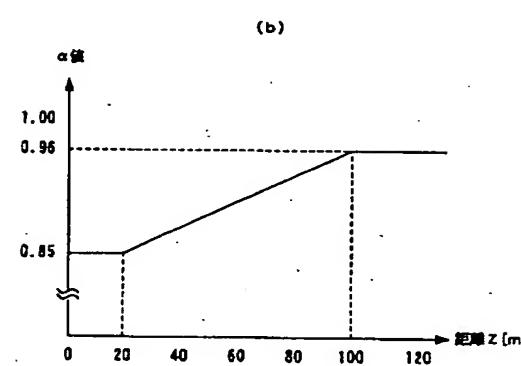
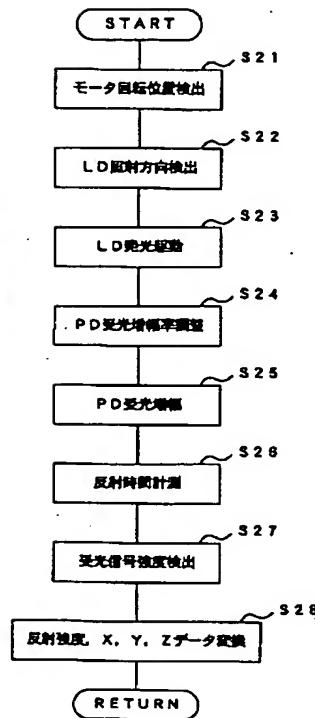


【図 7】

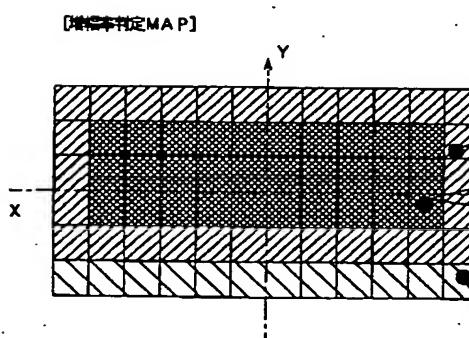


直線路換算

【図 9】



【図 10】

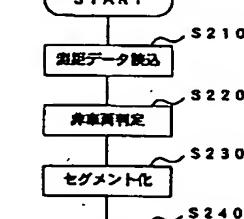


(a) (a)

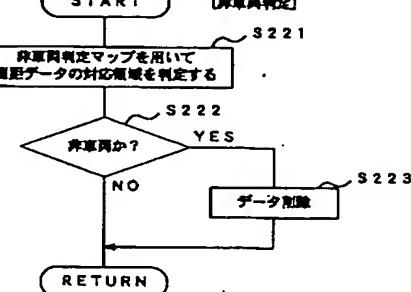
(b)

(c)

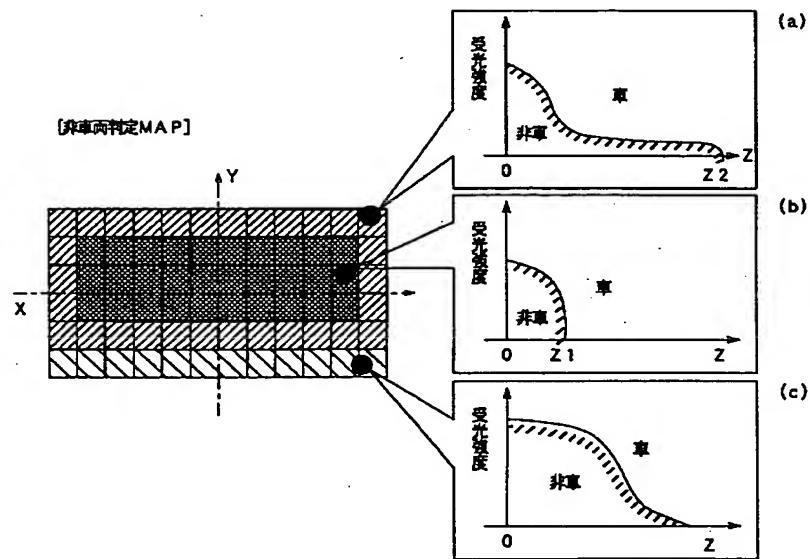
【START】



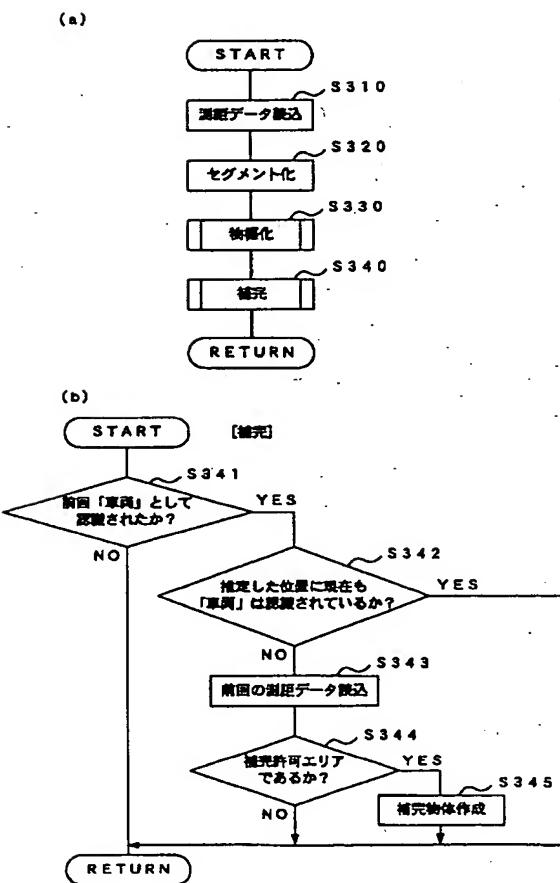
【START】



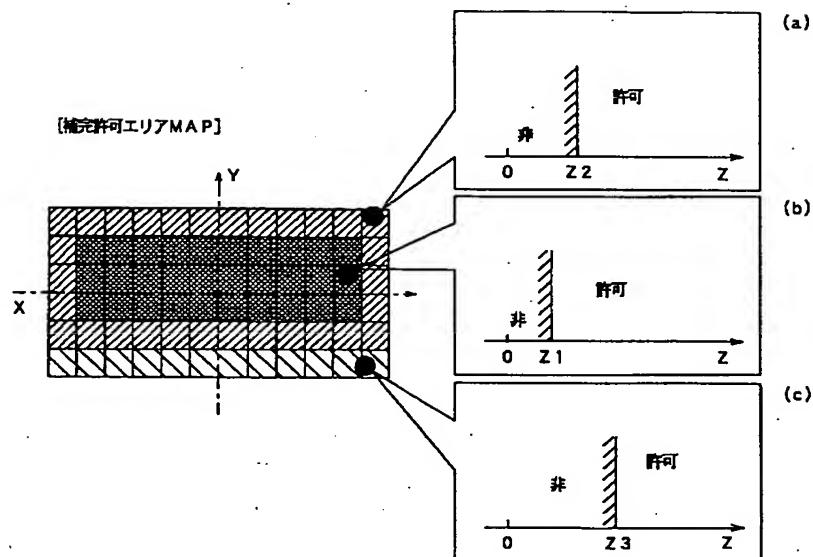
【図12】



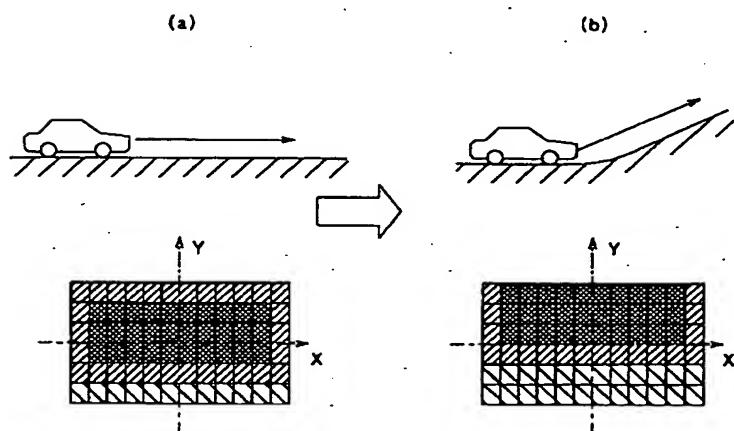
【図13】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

B 60 R 21/00
G 01 S 13/93
G 08 G 1/16

識別記号

6 2 8

F I

G 01 S 13/93
G 08 G 1/16
G 01 S 17/88

テーマコード (参考)

Z
C
E
A

(72) 発明者 大方 浩司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 野澤 豊史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 白井 孝昌
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソーエ

F ターム (参考) 5H180 AA01 CC03 CC11 CC12 CC14
CC15 LL01 LL04 LL07 LL09
5J070 AC02 AC11 AE01 AF03 AH14
AH19 AH39 AK13 BF02 BF10
BF19
5J084 AA05 AA10 AA14 AB01 AC02
AD01 BA04 BA36 BA50 BB01
BB26 CA23 CA26 CA31 CA32
EA22 EA29 FA03